

BIOLOGIE 101-FYA-04

ANATOMIE COMPARÉE ET ÉVOLUTION DES SYSTÈMES

Séance de laboratoire n°7

**Marc Bois
Monic Bousquet
Caroline Hébert**

Cégep de Sainte-Foy

ANATOMIE COMPARÉE ET ÉVOLUTION DES SYSTÈMES

Introduction

L'anatomie comparée consiste en l'étude comparative des organes et de la structure anatomique des différentes espèces animales parmi lesquels figure l'Homme. Vu sous cet angle, l'étude des organes nous permet de considérer deux points importants en biologie : 1) le passage des organismes unicellulaires aux organismes pluricellulaires qui va généralement de pair avec la complexité générale ; 2) la corrélation entre l'organisation des systèmes biologiques et le milieu dans lequel vivent les différents organismes.

Dans le cadre de cette séance de laboratoire, nous nous limiterons à l'étude comparative des systèmes digestifs, cardiovasculaires, respiratoires et de soutien de quelques organismes appartenant à des groupes taxinomiques différents.

Aussi, pour chaque nouvelle structure observée, demandez-vous s'il n'existe pas chez les autres organismes, une structure équivalente. Établissez des relations entre les différents organes, le régime alimentaire et le l'habitat d'un organisme. Les structures ne se trouvent pas par hasard là où vous les observez. Leur organisation spécifique contribue à rendre certaines fonctions possibles.

OBJECTIFS

1. Décrire l'organisation générale des systèmes digestif, circulatoire et respiratoire de chaque animal observé.
2. Connaître le désavantage ou l'avantage évolutif de chaque type de système.
3. Comparer les systèmes de soutien chez les principaux groupes taxinomiques
4. Expliquer les avantages et les limites imposées par les structures de soutien en regard des milieux de vie des organismes à l'étude.
5. Pouvoir identifier les structures suivantes sur un spécimen, sur un modèle ou sur un schéma.

Éponge

Chaonocytes

Hydre

Cavité gastrovasculaire

Annelide

Pharynx

Œsophage

Jabot

Gésier

Intestin

Cœurs latéraux

Vaisseau dorsal

Vaisseau ventral

Grenouille

Poumons

Cœur (oreillettes
ventricule, cône artériel,
tronc artériel)

Poisson

Opercule

Branchies

Fentes branchiales

Arc brachial

Filaments branchiaux

Branchiospines

Poisson

Cœur

Oreillette

Ventricule

Sinus veineux

Cône artériel

Aorte dorsale

Aorte ventrale

Oiseau (pigeon)

Œsophage

Jabot

Gésier

Estomac (ventricule
succentorié)

Intestin grêle

Rectum

Cœur

Squelette de pigeon

Cage thoracique

Ceintures (pelvienne et
scapulaire)

Sternum

Rat

Pharynx

Œsophage

Estomac

Petit intestin

Colon

Foie

Pancréas

Larynx

Trachée

Bronches

Poumons

Cœur (oreillettes, ventricules,
aorte, tronc artériel)

Insecte

Stigmate

Trachée

Exosquelette (tête, thorax,
abdomen)

Squelette de chat

Ceintures (omoplate)

Cage thoracique

Un peu d'humour

Un chameau et un éléphant se rencontrent pour la première fois :

L'éléphant, étonné devant pareil animal, demande :

- Pourquoi t'as les nichons sur le dos ?

Réponse du chameau :

- Culottée comme question pour quelqu'un qui a la bite au milieu de la figure !

I. ÉTUDE DES SYSTÈMES DIGESTIFS

Pour survivre, les organismes hétérotrophes doivent ingérer des aliments comprenant des composés inorganiques et organiques. Cependant, cette nourriture, source d'énergie et les matières premières, est composée la plupart du temps de particules trop volumineuses pour être utilisées directement par l'organisme. Aussi, devra-elle être préalablement digérée c'est-à-dire décomposée en molécules suffisamment petites pour être assimilables au cours de réactions d'hydrolyse.

Différentes stratégies se manifestent chez les animaux pour mettre à la disposition de chacune de leurs cellules les éléments nutritifs comme des glucides, des acides aminés et des acides gras.

- La digestion intracellulaire dans des vacuoles digestives ;
- La digestion extracellulaire dans les cavités gastrovasculaires ;
- La digestion extracellulaire dans un tube digestif.

Vous trouverez à l'annexe I de ce document, un tableau comparatif des trois stratégies digestives à l'étude. connaissance.

DIRECTIVES

Cette séance de laboratoire comporte 11 stations d'observations. Chacune des stations présente en démonstration un spécimen ou un groupe de spécimens à l'étude. Suivre le consignes présentées dans texte correspondant à la station, répondez aux questions demandées et identifiez les structures indiquées en caractères **gras** dans le texte.

Station 1 : L'éponge

L'éponge se nourrit par filtration alors les particules de nourriture entrent dans son corps par de petites ouvertures. Des cellules flagellées appelées **choanocytes** aident la circulation de l'eau et retiennent également des particules de nourriture avant qu'elles ne soient ingérées par phagocytose. La digestion intracellulaire se produit ensuite dans des vacuoles nutritives.

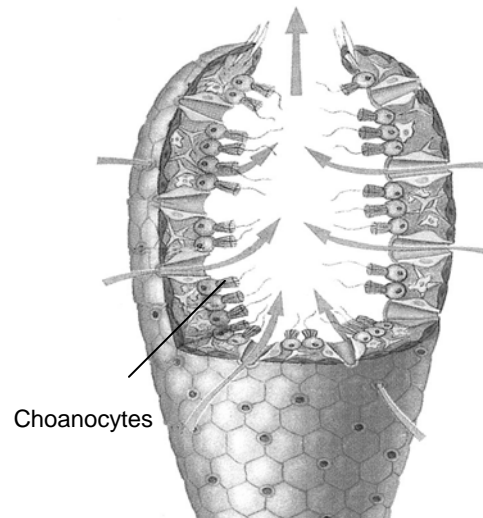


Figure 1 L'éponge

Quel est le principal désavantage d'une digestion exclusivement intracellulaire?

Station 2 : L'hydre

L'hydre est un animal aquatique qui capture des proies étonnamment grosses et qui met beaucoup de temps à les digérer avant de manger à nouveau (figure 2). Cet animal carnivore pique ses proies passant à portée de ses tentacules à l'aide d'organites spécialisés, puis il utilise ses tentacules pour pousser la nourriture à sa bouche. Un fois dans la **cavité gastrovasculaire**, des cellules bordant cette cavité sécrètent des enzymes digestives qui fragmentent les tissus mous (digestion extracellulaire). Les particules de nourriture entrent ensuite par phagocytose, puis dans des vacuoles nutritives où s'effectue la plus grande partie de la digestion (digestion intracellulaire)

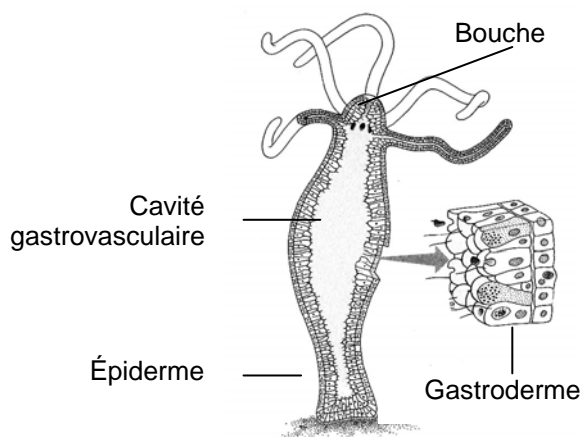


Figure 2
Digestion dans la cavité gastrovasculaire
chez l'hydre

Quel est le principal avantage d'une cavité gastrovasculaire par rapport à une digestion dans les vacuoles digestives?

Station 3 : Le ver de terre (annelide)

Le tube digestif d'un ver de terre comprend cinq organes (figure 3) . Localisez-les, en vous déplaçant de la bouche vers l'anus, à partir du spécimen disséqué qui vous est présenté.

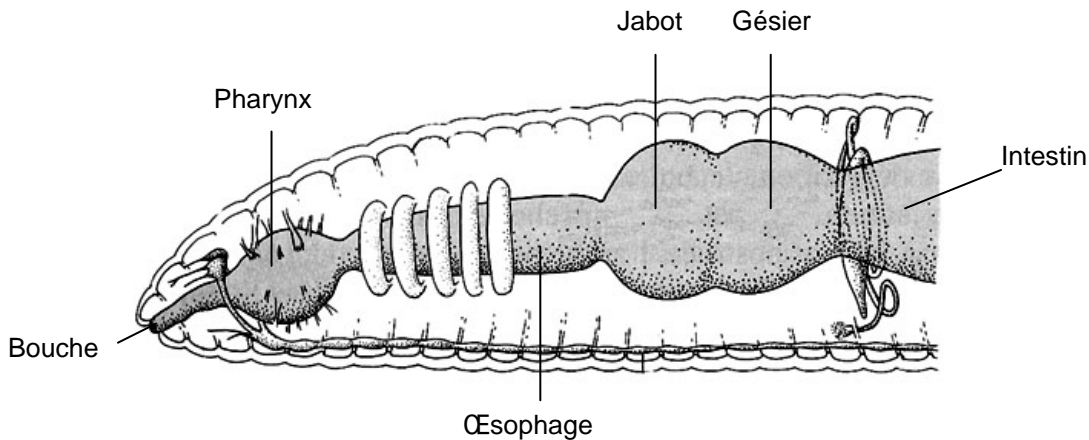


Figure 3 Le tube digestif d'un ver de terre

En position antérieure, remarquez la dilatation blanchâtre du tube digestif, soit le **pharynx**, structure musculaire qui aspire les aliments dans la bouche. La nourriture avalée descend l'**œsophage** jusqu'au **jabot** où elle y est emmagasinée et humidifiée. Le long du tube digestif, remarquez un renflement qui correspond au jabot. Ce dernier libère lentement de petites quantités d'aliments dans le **gésier**, renflement rougeâtre situé après le jabot. Le gésier qui contient de petits morceaux de sable et de gravier broie les aliments en transit vers l'**intestin**, là où se produisent la digestion finale des nutriments et leur absorption. Un repli dorsal de l'intestin, appelé typhlosolis, augmente la surface destinée à l'absorption des nutriments. Enfin, les matières non digérées sont évacuées par l'anus.

Remarquez le renflement blanchâtre au niveau de la première partie de l'intestin, soit le clitellum, structure sécrétant du mucus et qui est important lors de l'accouplement des vers de terre.

Station 4 : Les oiseaux (le pigeon domestique)

Le régime alimentaire des oiseaux est très varié et peut être constitué de nectar, de graines, d'insectes et d'autres petits animaux, de mammifères et de chair en décomposition. Aussi, plusieurs adaptations morphologiques du bec et des griffes se sont développées en lien avec la spécificité du type d'aliments ingérés par ces derniers.

À titre de représentant de la classe des oiseaux, nous utiliserons le pigeon biset .

Le pigeon possède un bec mou au bout corné, et à la base charnue, ce qui lui permet d'exploiter plusieurs sources de nourriture. Derrière la cavité buccale se trouve le pharynx (non visible) puis l'**œsophage** mou et très extensible en position dorsale par rapport à la trachée. Vient ensuite le **jabot**, sac fait de replis longitudinaux et contenant des graines. Celles-ci s'y accumulent et s'y ramollissent en s'imbibant d'eau. Chez le pigeon, il est aussi le siège d'une sécrétion laiteuse qui, régurgitée, sert à nourrir les pigeonneaux.

Localisez l'**estomac** qui est ici compartimenté en deux parties différentes : le **ventricule succenturié** et le **gésier**. D'aspect fusiforme, le ventricule succenturié sécrète des enzymes qui commencent la digestion. Pour sa part, le gésier étant très musclicularisé sert à broyer les aliments. Chez les oiseaux granivores, cette action est favorisée par de petits cailloux avalés par l'oiseau. Chez les rapaces, c'est à ce niveau que les aliments non assimilables (poils, os) sont rejetés par la bouche sous forme de pelote d'éjection.

Un muscle circulaire, le pylore (non visible), situé entre l'estomac et le **duodénum** (première partie de l'intestin grêle) contrôle le passage des aliments. Le duodénum reçoit les sécrétions du foie, organe rougeâtre volumineux et formé de deux lobes et du pancréas, organe allongé le long du duodénum. Ces sécrétions se mélangent aux aliments et continuent leur digestion tout au long de l'intestin grêle. L'absorption s'effectue au niveau de l'**intestin grêle**.

Le **rectum** constitue la dernière partie de l'intestin du pigeon. Chez les oiseaux, le tube digestif se termine par le cloaque, soit la voie de convergence des voies génitales, urinaires et digestives.

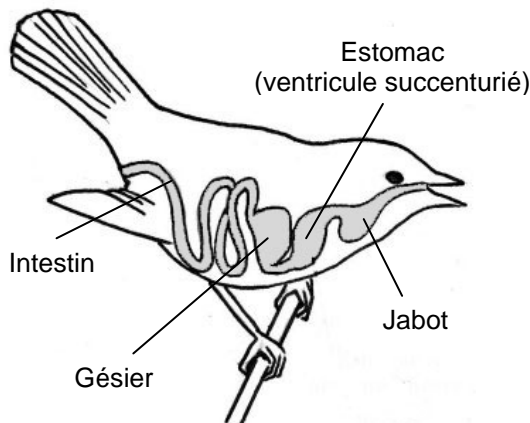


Figure 4 Le tube digestif du pigeon

Station 5 : Les mammifères (rat)

OBSERVEZ

- **Le foie**, grosse glande rouge foncée située sous le diaphragme; remarquez sa structure lobée. Contrairement à la souris, le rat ne possède pas de vésicule biliaire. Il y a cependant un conduit biliaire conduisant la bile du foie au tube digestif (duodénum).
- **L'estomac**, situé à gauche dans la cavité abdominale, a la forme d'un demi beigne dont la partie extérieure forme la grande courbe tandis que la partie intérieure forme la petite courbe de l'estomac. Un muscle circulaire (ou sphincter), le **cardia**, ferme l'entrée de l'estomac. Un autre sphincter, le **pylore**, ferme la sortie.
- **L'œsophage**, conduit musculeux allant de la bouche à l'estomac.

- **L'intestin grêle** est divisé en trois: le **duodénum** (début du petit intestin, du côté droit de l'abdomen, il a la forme d'un U), le **jéjunum** et **l'iléon**. Il n'y a pas de limite distincte entre chacune de ces parties.
- **Le caecum** (prononcer *sécoum*): c'est un sac en forme de point d'interrogation, aussi gros que l'estomac, qui fait la jonction entre l'intestin grêle et le gros intestin (ou côlon). Chez les herbivores, une partie des aliments non digérés, surtout les fibres végétales, y subissent une digestion bactérienne qui les transforme en produits absorbables par le sang.
- **Le gros intestin** dont le diamètre est à peu près le même que celui de l'intestin grêle, se termine par le rectum et l'anus, dernières parties du tube digestif.
- **Le mésentère**, membrane vascularisée transparente et délicate, qui est en relation avec toutes les parties de l'intestin. Vous pouvez l'observer en soulevant une boucle de l'intestin grêle. Les éléments nutritifs provenant de la digestion sont absorbés par les vaisseaux sanguins de cette membrane. Déchirez délicatement cette membrane et déroulez complètement l'intestin. Comparez la longueur de l'intestin à celle de l'animal.
- **Le pancréas**: c'est un organe très diffus, accolé à la paroi de l'estomac dans la première boucle formé par le duodénum.
- **La rate**: cet organe ne fait pas partie du système digestif. C'est une glande rouge, mince et allongée (ressemble à une langue), située près de la grande courbe de l'estomac.

SYSTÈMES RESPIRATOIRE ET CIRCULATOIRE

- **Le cœur** se divise en quatre cavités : les deux **oreillettes** (droite et gauche) qui ont une paroi mince et foncée et les deux **ventricules** (droit et gauche) qui ont une paroi épaisse (de couleur rouge).

Notez et identifiez (si vous le pouvez) les vaisseaux sanguins reliés au cœur: Les **veines caves** supérieure et inférieure ramenant le sang à l'oreillette droite, le **tronc pulmonaire** conduisant le sang du ventricule droit aux poumons et l'**aorte** (grosse artère visible au dessus du cœur, elle courbe vers la gauche) conduisant le sang du ventricule gauche aux différents organes. Les *veines pulmonaires* ramenant le sang oxygéné des poumons à l'oreillette gauche sont difficilement visibles.

- Le thymus est une glande diffuse et blanchâtre située sous le sternum, au-dessus du cœur. Cette glande joue un rôle important dans le système immunitaire. Elle est d'autant plus importante que l'animal est jeune. Volumineuse chez le jeune veau, cette glande est comestible, elle constitue ce que l'on nomme les *ris de veau*.
- **Les poumons** sont affaissés. On peut les mettre en évidence en les gonflant en introduisant une canule dans la trachée. **La trachée** est un tube annelé (anneaux cartilagineux) visible au fond de la cavité thoracique. Vous pouvez l'observer (ainsi que l'œsophage) en soulevant délicatement le cœur et les poumons.
- **La thyroïde** est une glande placée à la partie supérieure de la trachée à laquelle elle adhère fortement. Elle forme deux petits lobes à la base du **larynx**.

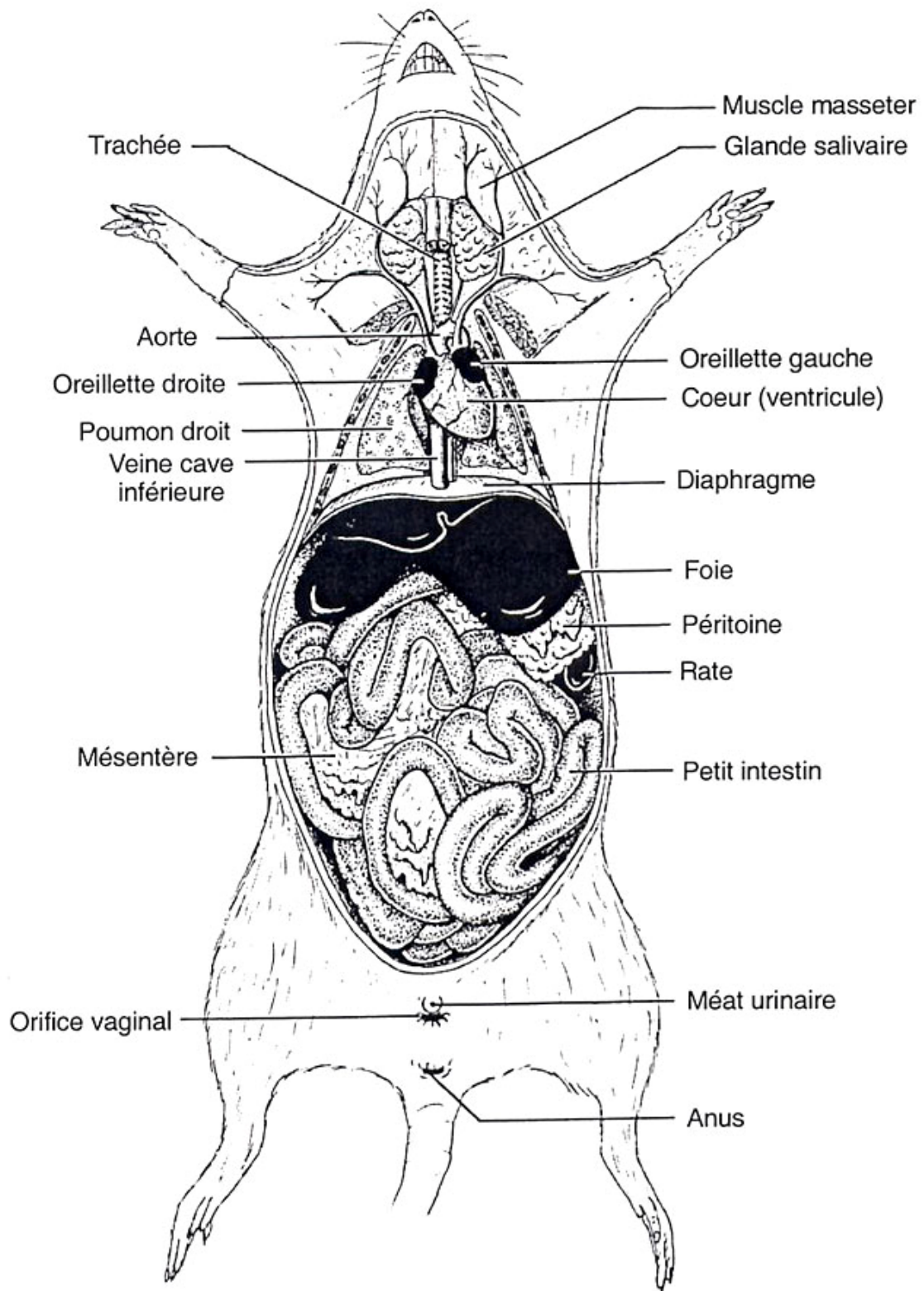


Figure 5 Les organes internes du rat

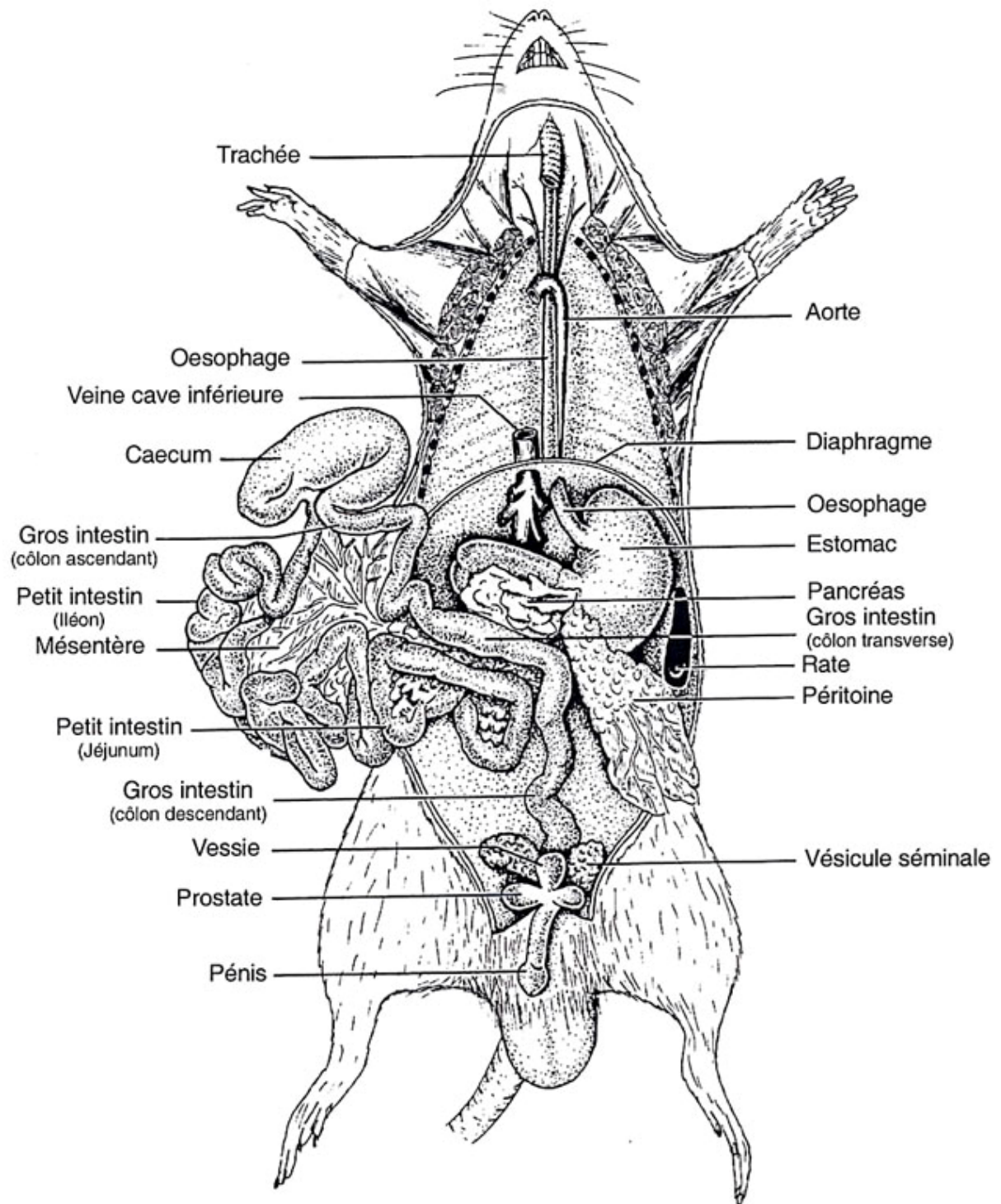
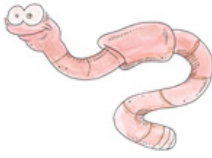






Figure 6 Les principaux organes des système digestif, respiratoire et circulatoire du rat

COMPARAISON DES RÔLES ET DES FONCTIONS DES ORGANES DU TUBE DIGESTIF CHEZ DIFFÉRENTS GROUPES TAXONOMIQUES

ANIMAL	ORGANES	RÔLES (digestion mécanique/chimique - absorption)
	Pharynx Œsophage Jabot Gésier Intestin	
	Pharynx Œsophage Jabot Estomac Gésier Intestin	
	Pharynx Œsophage Estomac Intestin	
	Pharynx Œsophage Estomac (chambres à fermentation) Intestin	
	Pharynx Œsophage Estomac Intestin	

II. ÉTUDE DES SYSTÈMES RESPIRATOIRE ET CIRCULATOIRE

Rôle général de la circulation

Seuls les cellules faisant partie d'organismes très simples et très petits peuvent entretenir des échanges directs, principalement par diffusion simple, avec le milieu ambiant. Chez les organismes plus complexes ou de plus grande taille, les échanges directs entre les cellules et le milieu extérieur sont insuffisants étant donné que la majorité des cellules ne sont pas en contact avec le milieu extérieur, ce qui limite les possibilités d'apport nutritif par diffusion directe. Aussi, les organismes supérieurs font appel à des structures et des fonctions spécialisées (circulation, échanges gazeux, digestion, excrétion) afin de rendre disponibles à chacune des cellules les éléments qui leur sont nécessaires.

Rôle de la circulation dans l'apport en éléments nutritifs aux cellules

La digestion permet de décomposer la matière ingérée en molécules suffisamment petites pour traverser les membranes cellulaires. Une fois absorbées, la circulation achemine ces molécules aux cellules de l'organisme où certains produits de la digestion seront oxydés pour fournir l'énergie nécessaire à l'organisme alors que les autres serviront comme éléments de structure ou seront entreposés.

Rôle de la circulation au niveau des échanges de gaz respiratoires

En milieu aérobie, le mécanisme d'oxydation des molécules organiques se nomme «respiration cellulaire». Il implique un approvisionnement constant en dioxygène et le CO_2 produit au cours de ce processus doit être éliminé. On nomme «milieu respiratoire» le milieu dans lequel est puisé l' O_2 et où est rejeté le CO_2 . L'air constitue le milieu respiratoire des organismes terrestres alors qu'il s'agit de l'eau pour les organismes aquatiques. Pour pénétrer ou sortir continuellement des cellules, les gaz doivent traverser les membranes cellulaires, alors qu'ils sont dissous dans l'eau. À cet effet, les surfaces respiratoires (poumons, branchies, trachées, surface cutanée) doivent être continuellement ventilées et maintenues humides. Les divers organismes ont développé des adaptations anatomiques et physiologiques selon leur taille et leur habitat. La complexité et l'efficacité de celles-ci est en lien direct avec le degré d'évolution du type de métabolisme des espèces concernées. Ainsi, parallèlement au développement d'un système respiratoire, les organismes pluricellulaires ont développé un système de transport pour distribuer les gaz et les nutriments aux diverses cellules du corps, et ce même si elles sont très éloignées des surfaces respiratoires.

La respiration implique donc l'ensemble des événements qui contribuent à alimenter les cellules en O_2 et à éliminer le CO_2 ainsi que les mécanismes de ventilation des surfaces respiratoires.

LA RESPIRATION ET LA CIRCULATION CHEZ LES INVERTÉBRÉS

- Invertébrés plus simples

Les invertébrés les plus simples (ex.: éponges, hydre, planaire) vivent en milieu aquatique et ont une grosseur et une taille présentant un rapport surface/volume élevé. Chez l'éponge par exemple, les échanges gazeux peuvent donc s'effectuer avec la couche cellulaire externe en contact avec l'eau extérieure. De plus les échanges peuvent s'effectuer avec les cellules de la couche interne puisqu'elle communique avec l'eau de l'extérieur. Bien que certains invertébrés simples possèdent une surface corporelle composée de plus de deux couches cellulaires, il n'en demeure pas moins que ce nombre est faible, ce qui permet aux gaz de diffuser facilement à travers les membranes cellulaires, d'une cellule à l'autre. Ils n'ont donc pas besoin de système circulatoire spécialisé (avec pompe et vaisseaux distributeurs).

Chez l'hydre et le planaire, la cavité gastro-vasculaire favorise la distribution du dioxygène et des nutriments puisqu'elle comporte de nombreuses ramifications.

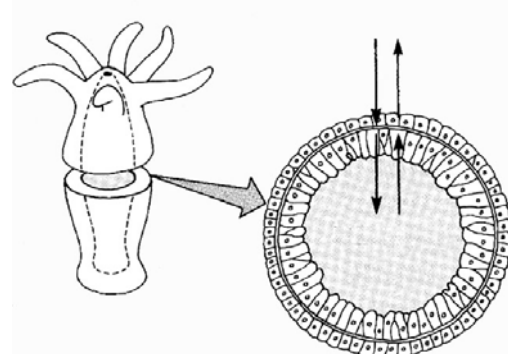


Figure 7 Les échanges gazeux chez l'hydre

- Invertébrés plus complexes

:

La plupart des invertébrés ont un corps trop gros (diminution du rapport surface/volume) pour que chaque cellule soit en contact avec le milieu respiratoire. Ils ont donc développé des surfaces respiratoires localisées où s'effectuent les échanges gazeux et un système circulatoire contenant un liquide dont un des rôles consiste à distribuer le dioxygène à chaque cellule du corps.

Station 6 : Le ver de terre (lombric)

À partir des annélides (ver de terre), on assiste au début de l'organisation des structures en organes et en systèmes et à la compartimentation des liquides biologiques. En outre, les vers de terre possèdent un système circulatoire clos, c'est-à-dire que le sang circule uniquement dans des vaisseaux sanguins dotés d'une fonction pulsatile répartie sur toute la longueur des vaisseaux principaux. L'action des autres muscles contribue également à la circulation du sang. Ces vaisseaux se ramifient au niveau tissulaire de façon à approvisionner chacune des cellules pour finalement converger vers un ou quelques vaisseaux à la sortie d'un organe. Le sang est donc séparé du liquide interstitiel (liquide dans lequel baignent les cellules).

Chez le ver de terre, le sang une fois oxygéné se dirige des capillaires cutanés vers un vaisseau dorsal qui longe le tube digestif et joue le rôle de cœur principal en poussant le sang vers l'avant.

Au pôle antérieur du corps, cinq paires de vaisseaux (**cœurs latéraux**) (figure 8) s'enroulent autour de l'œsophage et font passer le sang du **vaisseau dorsal** à un **vaisseau ventral**, qui pour sa part pousse le sang vers l'arrière le long de la face ventrale du tube digestif. Tout au long du trajet, ces vaisseaux se ramifient autour des organes et les échanges s'effectuent entre le sang et le liquide interstitiel qui baigne les cellules. Ces échanges se font par diffusion à travers les membranes des vaisseaux les plus petits.

Sur le modèle anatomique qui vous est présenté, localisez le vaisseau dorsal (cœur principal) et le vaisseau ventral. À la partie antérieure, recherchez les cœurs latéraux .

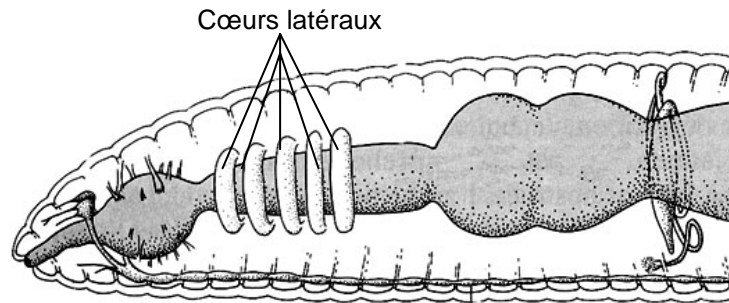


Figure 8 Le système circulatoire du ver de terre.

Immédiatement sous la peau du lombric se retrouve un réseau compact de capillaires où s'effectuent les échanges gazeux par diffusion. Ici, toute la surface cutanée sert d'organe respiratoire. Ce type de respiration exige que la peau de l'animal soit mince et toujours humide.

Quels sont les contraintes imposées par un tel système d'échange ?

Ces animaux pourraient-ils atteindre une taille importante ? Si non pourquoi ?

Station 7 : Les insectes

Les insectes terrestres comme le criquet respirent par de petits tubes appelés **trachées**. Ces derniers se ramifient dans tout le corps de l'animal et se terminent à proximité de chaque cellule (figure 7). De plus, ces trachées s'ouvrent à l'extérieur par de petits pores nommés **stigmates**, bien visibles sur les côtés du corps de l'insecte, au niveau du thorax et de l'abdomen. Les stigmates possèdent souvent de nombreux poils qui filtrent l'air et rejettent l'eau. Certaines trachées forment des sacs aériens (portions renflées) près des organes qui requièrent beaucoup de dioxygène. Ailleurs, les trachées se ramifient en trachéoles qui entrent en contact avec les cellules individuelles d'un organe. L'oxygène diffuse alors directement à travers la membrane plasmique.

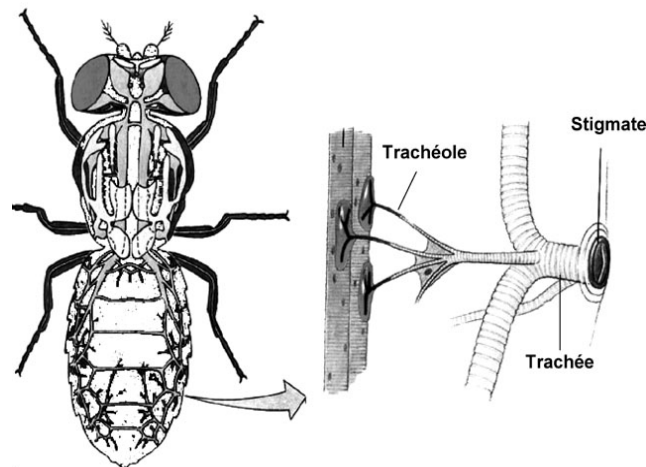


Figure 9 Le système respiratoire des insectes

L'organisation d'un tel système respiratoire chez les insectes terrestres ne nécessite pas la compartimentation des liquides biologiques tel que nous l'avons observé chez le ver de terre et la présence d'un système circulatoire clos pour distribuer l'oxygène aux cellules. Cependant, les insectes possèdent aussi un système pour la distribution des nutriments. Il s'agit ici, d'un système circulatoire ouvert, où il n'y a pas de distinction nette entre le sang et le liquide interstitiel. On nomme ce liquide corporel hémolymphe. Notez qu'il y a très peu de vaisseaux. La cavité générale du corps se nomme hémocœle et est remplie d'hémolymphe.

L'hémolymphe est propulsée par des contractions musculaires corporelles et par la contraction et la décontraction des plusieurs cœurs tubulaires (renflements du vaisseau dorsal). Les échanges entre les cellules de l'organisme et l'hémolymphe se produisent lorsque l'hémolymphe suinte par des sinus qui entourent les organes. La contraction (systole) des cœurs propulse l'hémolymphe dans des vaisseaux qui débouchent dans des cavités corporelles (sinus) entourant les organes. Lorsque les cœurs se relâchent (diastole), des ouvertures entre les cœurs tubulaires appelées ostioles permettent le remplissage du vaisseau dorsal. Ce retour sanguin est assuré d'une part par la différence de pression entre les liquides, et d'autre part par l'activité des muscles abdominaux. Sur le spécimen disséqué qui vous est présenté, localisez le vaisseau dorsal (cœurs principaux).

LA RESPIRATION ET LA CIRCULATION CHEZ LES VERTÉBRÉS

Station 8 : Les poissons

Chez les poissons, les échanges respiratoires se font grâce à des branchies. Les branchies sont des excroissances tissulaires plumeuses, très vascularisées et avec peu de couches cellulaires. Les échanges gazeux se produisent donc entre l'eau et le sang, par diffusion à travers les minces membranes des capillaires branchiaux.

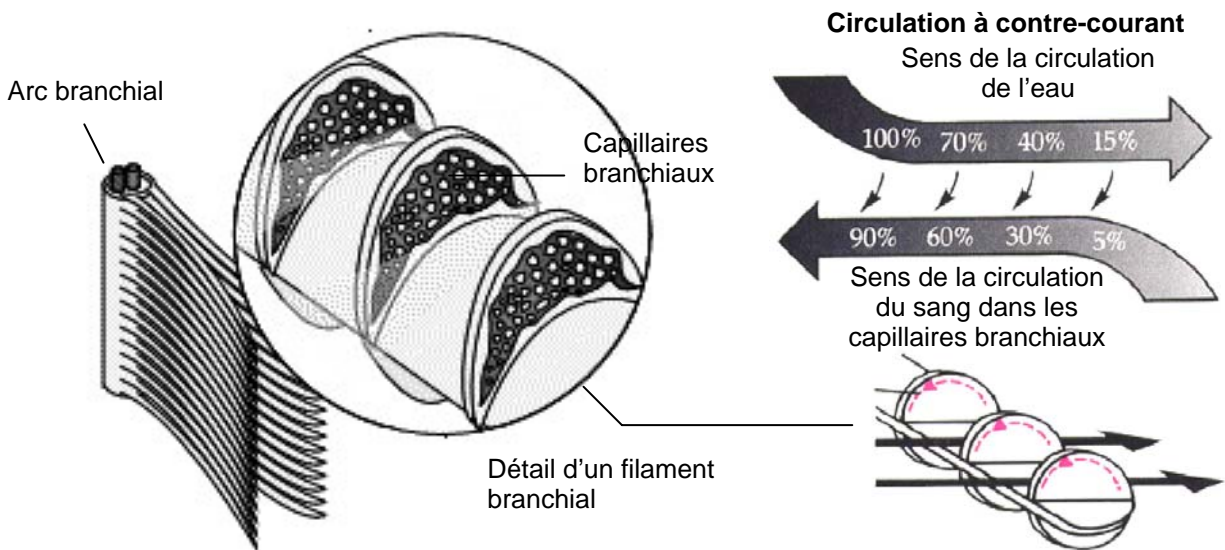


Figure 10 Le système respiratoire des poissons

Chez la perchaude, les **branchies** sont situées de chaque côté du pharynx. Elles sont recouvertes d'un **opercule** (plaque osseuse). L'eau entre dans la bouche, traverse le pharynx, puis atteint les branchies où s'opèrent les échanges. L'eau sort ensuite par les **fentes branchiales** lorsque l'opercule s'ouvre.

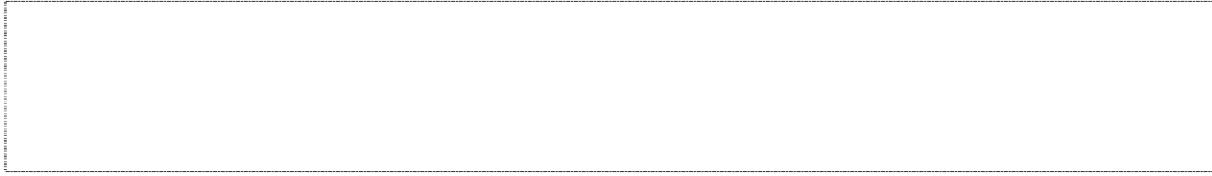
Sur la perchaude, localisez les branchies, les **opercules**, et les **fentes branchiales**. Sur la **branchie**, identifiez l'**arc branchial**, les **filaments branchiaux** et les **branchiospines**.

- Quel est le rôle de l'opercule ?

Pourquoi les filaments branchiaux sont-ils si rouges ?

À quoi servent les branchiospines ?

Expliquez comment s'effectue la ventilation chez un poisson comme la perchaude.



Les poissons ont un système circulatoire clos et une circulation simple, c'est-à-dire que le sang ne passe par le cœur qu'une seule fois par cycle. Le cœur est tubulaire et ne possède qu'une oreillette et qu'un ventricule. Le sang pauvre en dioxygène arrive au cœur par des veines qui convergent pour former un sinus veineux. Le sang entre dans l'oreillette et passe ensuite au ventricule, qui en se contractant, le pousse dans l'aorte ventrale, via le cône artériel. L'aorte ventrale se ramifie en vaisseaux de plus en plus petits et forme des capillaires dans les branchies du poisson. En passant dans les capillaires branchiaux, le sang reçoit l'oxygène et se débarrasse du dioxyde de carbone. Le sang quitte ensuite les branchies, par l'aorte dorsale. Celle-ci se ramifie en artères irriguant chaque organe du corps. Dans les organes, ces artères se ramifient en capillaires, permettant ainsi les échanges entre le sang et le liquide interstitiel des cellules. À la sortie des organes, le sang est pauvre en dioxygène et les capillaires convergent pour former des veinules, puis des veines, qui retournent le sang en direction du cœur.

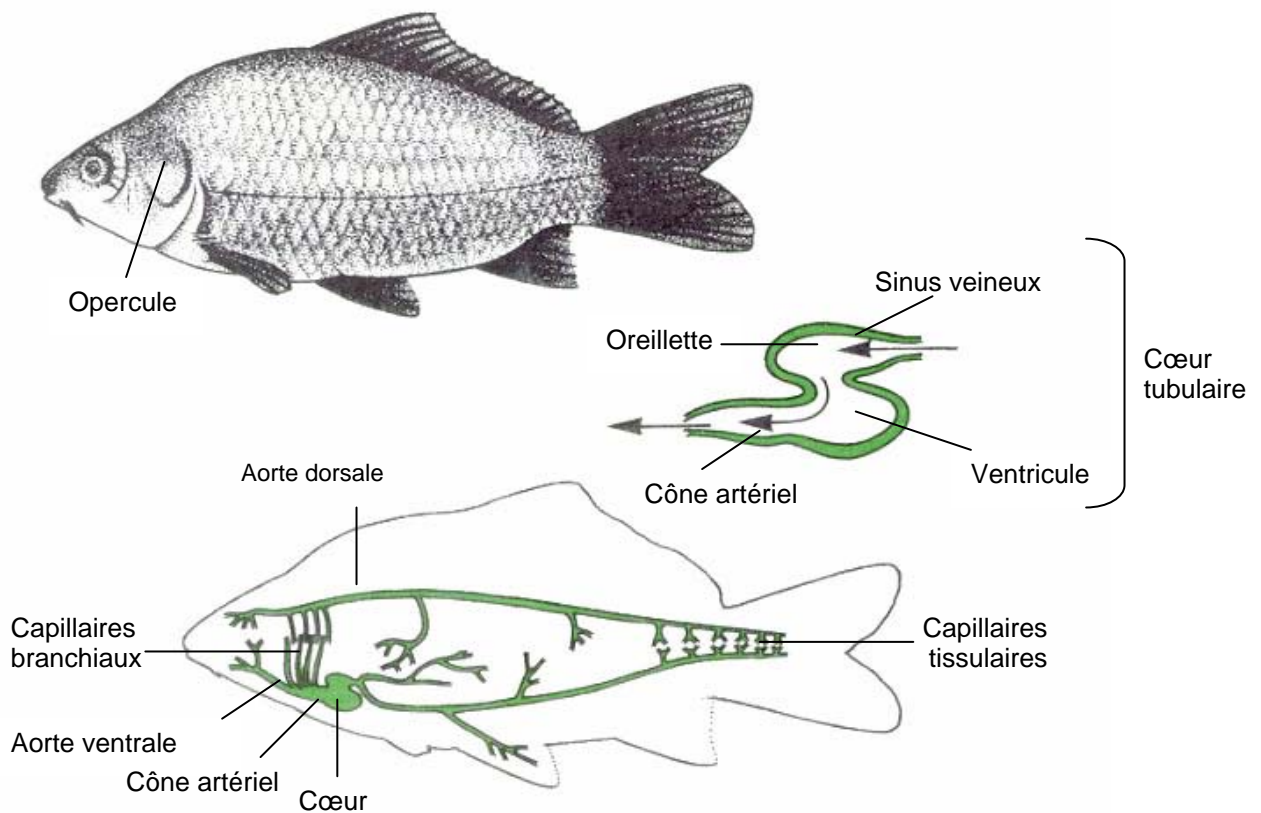


Figure 9 Le système circulatoire des poissons

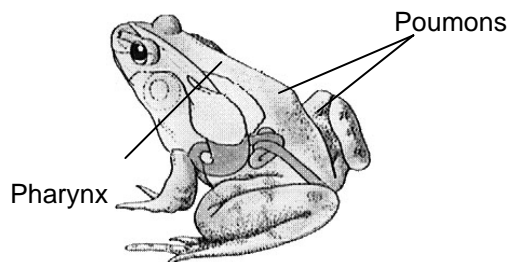
Sur la perchaude, localisez le **cœur** et identifiez l'**oreillette**, le **ventricule** et le **cône artériel**.

Quel est le principal désavantage de la circulation simple ?

Station 9 : Les amphibiens (la grenouille)

La conquête des habitats terrestres s'est accompagnée de modifications importantes du système respiratoire, afin de réduire les pertes d'eau par vaporisation au niveau des surfaces respiratoires. Pour ce faire, les vertébrés terrestres ont développé un système sous forme de cavités internes très vascularisées et offrant une très grande surface d'échange air-sang : les poumons.

Chez la grenouille, cette conquête de milieu terrestre est incomplète. À l'état de larve (têtard), la grenouille est strictement aquatique et respire au moyen de branchies comme les poissons. La grenouille adulte possède des poumons en forme de ballons, sans alvéoles. Les surfaces respiratoires se limitent à la paroi des **poumons**. Cette surface est relativement petite et est insuffisante pour répondre aux besoins en dioxygène de l'animal. La grenouille possède alors un système respiratoire auxiliaire, sous forme de respiration cutanée. Aussi, une partie des échanges respiratoires s'effectuent directement par diffusion à travers la peau de l'animal.



Cette dernière contrainte oblige la grenouille à vivre dans quel type d'habitat ? Expliquez

Figure 10 Le système respiratoire des grenouilles

Comme pour les poissons, la grenouille possède un système circulatoire clos (figure 11). Par contre, le sang passera deux fois au cœur par cycle; c'est ce qu'on nomme la double circulation. Cette double circulation comporte d'abord une petite circulation (circulation pulmonaire) qui conduit le sang du cœur jusqu'aux poumons, où le sang s'enrichit en O₂ et s'appauvrit en CO₂ puis le sang revient au cœur.

Elle comporte ensuite une grande circulation (circulation systémique), dans laquelle le cœur pousse le sang oxygéné vers les différents organes du corps, où il alimente les cellules en dioxygène et reçoit le CO₂. Finalement, le sang revient vers le cœur par un réseau de veines.

La grenouille possède un cœur à trois cavités, soit deux oreillettes et un ventricule. L'**unique ventricule** pousse le sang dans les artères pour la petite circulation et pour la grande circulation. L'**oreillette gauche** du cœur reçoit le sang oxygéné, qui revient des poumons, lors de la petite circulation, tandis que l'**oreillette droite** reçoit le sang pauvre en O₂ en provenance des organes du corps, lors de la grande circulation.

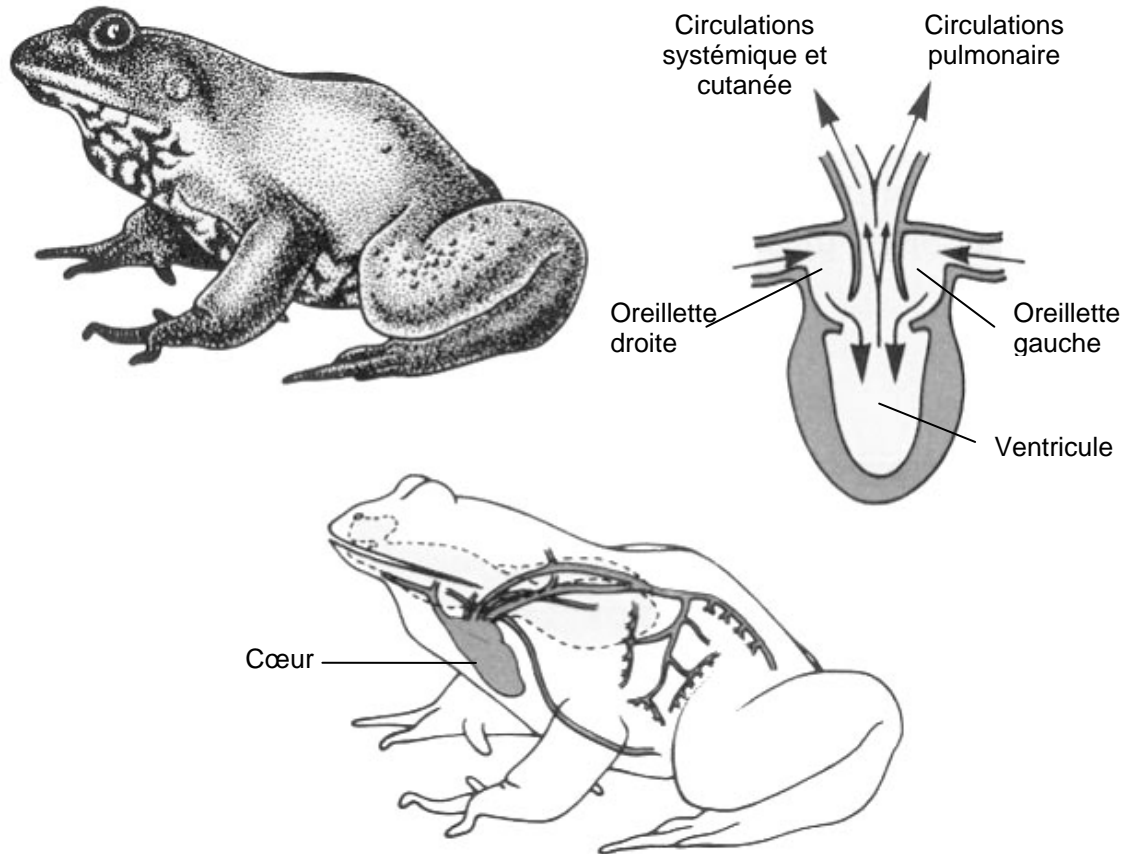


Figure 11 Le système circulatoire des grenouilles

Examinez le modèle anatomique de la grenouille. Identifiez les structures suivantes: **oreillette droite, oreillette gauche, ventricule, cône artériel, tronc artériel.**

Le cœur à trois cavités de la grenouille comporte un désavantage important, lequel ?

Cet inconvénient est réduit, du fait que le ventricule possède une crête, qui dévie la majeure partie du sang oxygéné vers la grande circulation et le sang désoxygéné, vers la petite circulation, mais ce mécanisme est incomplet.

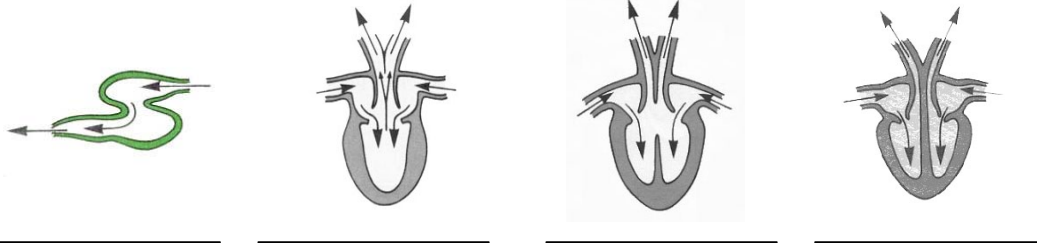
Station 10 : Les cœurs

a) Pour chacun des cœurs en plastique qui vous sont présentés:

b)

- Indiquer le type de cœur (à 2, 3 ou 4 cavités?).
-
- Indiquer le(s) groupe(s) taxinomique(s) (mammifère, reptile, amphibien, poisson, oiseau) pouvant être associé(s) à chacun de ces cœurs.

b) Identifiez à quel groupe taxinomique appartiennent ces cœurs.



III. ÉTUDE DES SYSTÈMES DE SOUTIEN ET DE LA LOCOMOTION

On distingue fondamentalement trois types de squelette (hydrostatique, interne et externe) sans perdre de vue que beaucoup de solutions intermédiaires existent ou que le mélange de plusieurs types de structures co-existent au sein d'un même organisme.

Station 11 : Systèmes de soutien

Squelette hydrostatique (Annelide)

L'absence de véritables structures rigides n'est pas incompatible avec les notions de soutien et de mouvement. Lorsque certains animaux relativement simples comme les annélides, les plathelminthes et les céphalopodes, acquièrent et maintiennent leur forme du fait de la turgescence de leurs cellules, on parle de squelette hydrostatique. Dans ce dernier, le jeu des fibres musculaires est possible car tout le liquide est déformable mais incompressible. Les fibres circulaires font varier le diamètre alors que les fibres longitudinales font varier la longueur. C'est ce jeu de fibres musculaires circulaires et longitudinales qui permet le mouvement

Exosquelette (Arthropodes)

Dès l'instant où des organismes à squelette hydrostatique ont commencé à sécréter des revêtements dur à la périphérie de leur corps, les squelettes externes ou exosquelettes sont apparus. Les parties molles alors enfermées dans une carapace plus ou moins rigides et plus ou moins articulée sont protégées du milieu externe.

L'**exosquelette** et la présence d'**appendices articulés** procure aux Arthropodes un avantage locomoteur marqué par rapport aux animaux possédant un squelette hydrostatique. D'une part, l'exosquelette procure la rigidité nécessaire au mouvement et fournit des points d'attache solides pour les muscles et des points d'appui pour des mouvement de levier. D'autre part, les appendices permettent à l'animal de se déplacer sans avoir à utiliser toute sa musculature comme chez les animaux qui dépendent d'un squelette hydrostatique.

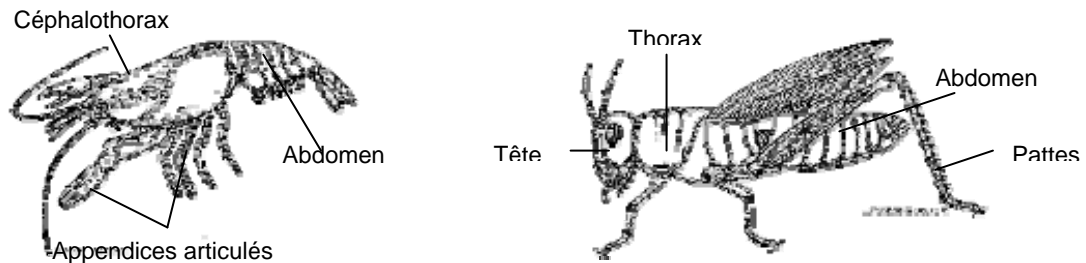


Figure 12 Exemples d'exosquelette d'Arthropodes

Ce sont les infinies variations de l'exosquelette qui expliquent pourquoi ce type de squelette est extrêmement fréquent.

Quelle est la limite principale imposée par ce type de squelette et de quelle manière ce désavantage important est-il contourné?

Squelette cartilagineux

Les requins et les raies possèdent un squelette cartilagineux. Ce type de structure de soutien offre l'avantage de la souplesse combinée à une certaine rigidité. Le squelette cartilagineux est également plus léger que le squelette osseux.



Le fait que le squelette cartilagineux soit plus léger que le squelette osseux représente-t-il un avantage pour les animaux qui en sont dotés? À votre avis, pourrait-il exister des animaux terrestres à squelette cartilagineux? Si non, pourquoi?



Squelette osseux

En plus du cartilage relativement flexible, le squelette d'un Vertébré (sous-embranchement des Chordés) est constitué de tissu osseux plus dur. La structure d'un os dépend de sa position et de sa fonction dans l'organisme. Sa partie dure est toutefois toujours constituée de sels inorganiques (phosphate de calcium) et de matière organique (fibres de collagène).

Le squelette osseux présente plusieurs avantages comparativement aux autres squelettes. En outre, il soutient efficacement la masse corporelle d'un organisme terrestre, il permet une meilleure protection des organes internes et offre des points d'ancrage pour les muscles du corps tout en permettant l'action des muscles locomoteurs

À votre avis, quel est l'avantage du squelette osseux sur le squelette cartilagineux?

Adaptation au vol

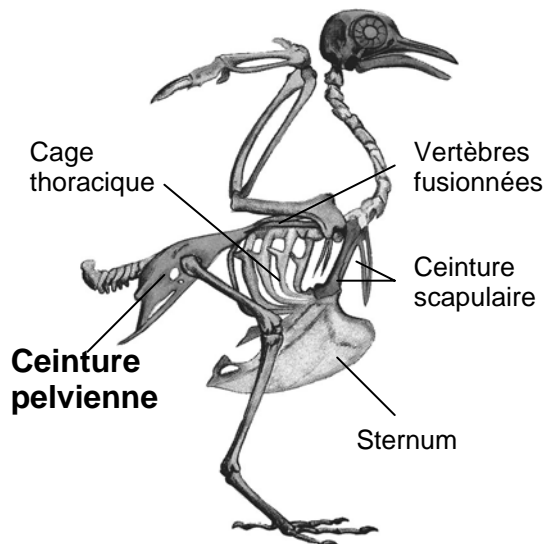


Figure 13 Le squelette d'un pigeon

Noter les principales caractéristiques de ce squelette bien adapté au vol, à la fois léger et solide pouvant supporter le choc d'un atterrissage.

La partie principale du corps (**cage thoracique**, colonne vertébrale et ceintures) est très légère mais résistante. Cette légèreté du squelette est due à la structure spéciale des os creux. Les vertèbres situés entre les **ceintures scapulaires et pelviennes** sont fusionnées et forment une masse rigide. Plusieurs côtes prenant chacune appui sur la côte suivante, fusionnent avec le sternum et assurent ainsi la rigidité de la cage thoracique. Enfin, les ceintures scapulaires et pelviennes font contact et sont soudées à la colonne vertébrale.

Noter le **sternum** est très développé qui sert de point d'insertion fixe aux principaux muscles du vol, les pectoraux.

La démarche quadripède

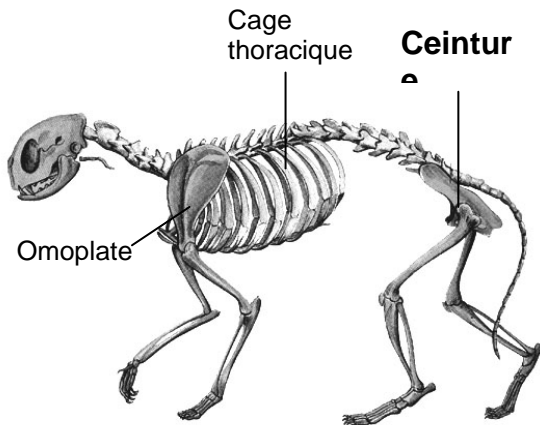


Figure 14 Le squelette d'un chat

La locomotion quadripède rapide fût rendue possible grâce à un écartement réduit entre les membres, qui s'attachent beaucoup plus ventralement que chez les reptiles, et grâce au développement de ceintures très mobiles chez certains mammifères particulièrement rapides. À titre d'exemple, chez le chat l'**omoplate** de la **ceinture scapulaire** est à peu près indépendante de la colonne vertébrale, de sorte qu'elle peut bouger de l'avant vers l'arrière.

La plupart des muscles responsables des mouvements des membres postérieurs sont insérés sur le bassin. Ici la queue ne participe pas à la locomotion. Les membres sont élancés et la largeur de la foulée est étroite, contribuant ainsi au déplacement rapide qui caractérise les mammifères.

La démarche bipède

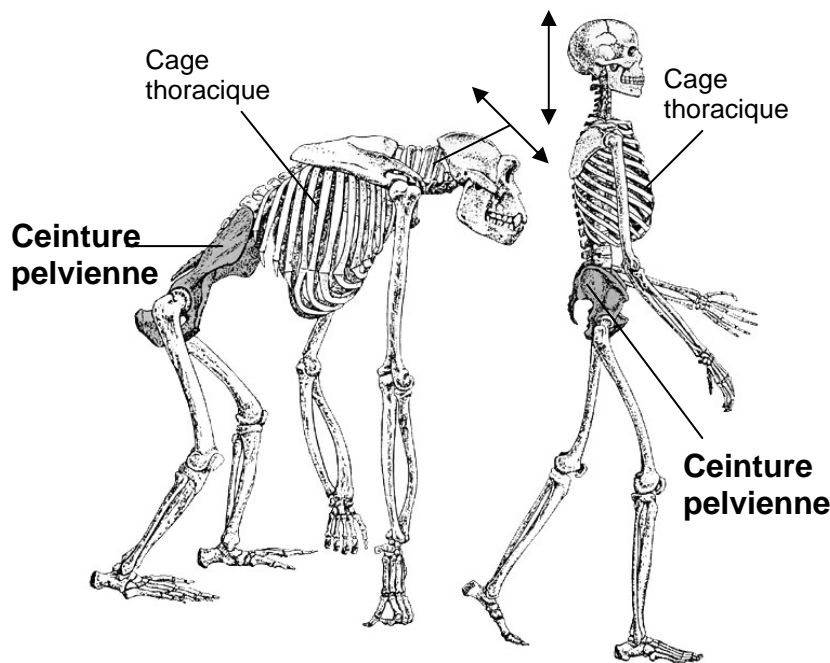


Figure 15 Comparaison entre le squelette d'un gorille et celui de l'Homme.

Le démarche du singe est encore de type quadrupède,

Les principales différences portent sur les proportions des membres antérieurs et postérieurs, sur la forme de la cage thoracique et de la ceinture pelvienne, sur la courbure de la colonne vertébrale ainsi que sur l'angle que fait le crâne par rapport à cette colonne.

Tableau 1 Comparaison des différentes stratégies digestives observées au sein du règne animal.

Station(s)	1	1	2 et 3
Type de digestion	Intracellulaire	Extracellulaire	Extracellulaire
Lieu de la digestion	Vacuole digestive	Cavité gastrovasculaire	Tube digestif
Principe général	<p>La cavité digestive la plus simple est la vacuole digestive, un organe dans lequel une cellule peut digérer ses aliments sans que des enzymes hydrolytiques se mélangent avec son cytoplasme.</p> <p>La nourriture est d'abord ingérée par endocytose (phagocytose ou pinocytose) pour former des vacuoles nutritives. Celles-ci fusionnent ensuite avec des lysosomes et deviennent des vacuoles digestives ; lieu de la digestion intracellulaire. C'est surtout chez les animaux inférieurs, tels les éponges, qu'on observe la digestion intracellulaire.</p>	<p>Certains animaux, parmi les plus simples, possèdent une cavité digestive pourvue d'une seule ouverture. Il s'agit de la cavité gastrovasculaire, qui sert à la fois à la digestion des nutriments et à leur circulation dans tout l'organisme.</p> <p>Les aliments restent dans une cavité qui constitue en quelque sorte le prolongement du milieu extérieur.</p>	<p>Les animaux plus complexes possèdent un tube digestif qui relie deux ouvertures ; la bouche pour l'ingestion et l'anus pour l'évacuation.</p> <p>Comme la nourriture s'y déplace dans une seule direction, le tube digestif peut comprendre maintenant plusieurs régions spécialisées où effectuent la digestion et l'absorption des nutriments par étapes.</p> <p>Cette aptitude présente une valeur adaptative importante mais elle implique aussi une organisation particulière du système digestif comprenant des organes spécialisés dans l'ingestion, l'emmagasinage, dans la digestion mécanique ou chimique et enfin dans l'absorption de la nourriture.</p>

ANNEXE I